

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2018-534477

(P2018-534477A)

(43) 公表日 平成30年11月22日(2018.11.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>F02F 3/22 (2006.01)</b>	F02F 3/22 A	
<b>F02F 3/10 (2006.01)</b>	F02F 3/10 B	
<b>F02F 3/00 (2006.01)</b>	F02F 3/00 K	
<b>F02F 3/16 (2006.01)</b>	F02F 3/00 G	
	F02F 3/16	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 14 頁)		

(21) 出願番号 特願2018-525717 (P2018-525717)  
 (86) (22) 出願日 平成28年11月16日(2016.11.16)  
 (85) 翻訳文提出日 平成30年7月13日(2018.7.13)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2016/062129  
 (87) 国際公開番号 W02017/087433  
 (87) 国際公開日 平成29年5月26日(2017.5.26)  
 (31) 優先権主張番号 62/256,986  
 (32) 優先日 平成27年11月18日(2015.11.18)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 15/352,418  
 (32) 優先日 平成28年11月15日(2016.11.15)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 62/280,971  
 (32) 優先日 平成28年1月20日(2016.1.20)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 599058372  
 フェデラルーモグル・リミテッド・ライ  
 アビリティ・カンパニー  
 FEDERAL-MOGUL LLC  
 アメリカ合衆国、48034 ミシガン州  
 、サウスフィールド、ウエスト・イレブン  
 ・マイル・ロード、27300  
 (74) 代理人 110001195  
 特許業務法人深見特許事務所  
 (72) 発明者 マツオ、エドゥアルド  
 アメリカ合衆国、48108 ミシガン州  
 、アナーバー、スプリング・レイク・プー  
 ルバード、4267

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 冷媒を用いて低減された熱損失を提供するピストン

## (57) 【要約】

内燃機関における増加したブレーキ熱効率を実現する鋼鉄のピストンが提供される。ピストンは、燃焼面を有するクラウンと、燃焼面から垂下する外部側壁と、外側冷却空洞と、下方クラウン冷却空洞とを含む。外側冷却空洞は、燃焼面の下で外部側壁に沿って周方向に延在する。1つの実施形態によれば、外側冷却空洞は、冷媒として空気、アルゴン、ヘリウム、キセノン、または二酸化炭素で封止され満たされる。この実施形態では、下方クラウン冷却空洞は、冷媒として空気で満たされ、ピストンの外径の2%~4%である直径を有する開いた入口穴を含む。代替的には、下方クラウン冷却空洞は、冷媒として、空気、アルゴン、ヘリウム、キセノン、または二酸化炭素で満たされ、入口穴は開いている。

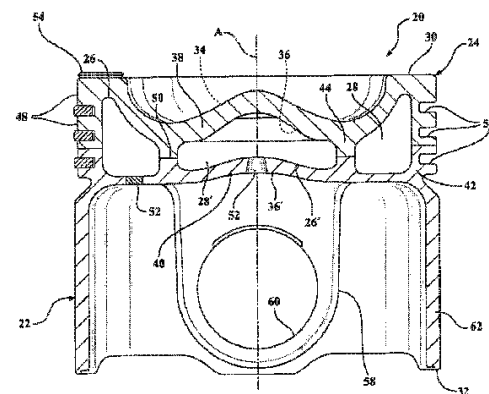


FIG. 3

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

内燃機関のためのピストンであって、  
金属材料で形成された本体を備え、  
前記本体は、燃焼面を有するクラウンを含み、  
前記クラウンは、前記燃焼面から垂下する外部側壁を含み、前記外部側壁は前記本体の外径を提示し、  
前記クラウンは、外側冷却空洞と、下方クラウン冷却空洞とを含み、  
前記外側冷却空洞は、前記燃焼面の下で前記外部側壁に沿って周方向に延在し、前記外側冷却空洞は封止され第 1 の冷媒を含み、  
前記下方クラウン冷却空洞は、第 1 の下方クラウン面の下で前記外側冷却空洞によって取り囲まれ、前記外側冷却空洞は第 2 の冷媒を含み、  
前記クラウンは、前記下方クラウン冷却空洞に沿って延在する下壁を含み、前記下壁は前記下方クラウン冷却空洞への入口穴を含む、ピストン。

10

**【請求項 2】**

前記下方クラウン冷却空洞への前記入口穴は、前記本体の前記外径の 1 % ~ 25 % である直径を有する、請求項 1 に記載のピストン。

**【請求項 3】**

前記下方クラウン冷却空洞への前記入口穴は、前記本体の前記外径の 2 % ~ 4 % である直径を有する、請求項 1 に記載のピストン。

20

**【請求項 4】**

前記下方クラウン冷却空洞への前記入口穴は、開いている、請求項 1 に記載のピストン。

**【請求項 5】**

前記下方クラウン冷却空洞への前記入口穴は、前記入口穴の直径が前記燃焼面から離れる方向に増加または減少するようなテーパ状である、請求項 4 に記載のピストン。

**【請求項 6】**

前記下方クラウン冷却空洞への前記入口穴は、封止されている、請求項 1 に記載のピストン。

**【請求項 7】**

前記第 1 の冷媒および前記第 2 の冷媒の各々は、固体、液体、気体、空気または部分真空からなる群から選択される、請求項 1 に記載のピストン。

30

**【請求項 8】**

前記外側冷却空洞は封止されており、前記第 1 の冷媒は固体、液体、気体、および空気のうちの少なくとも 1 つであり、前記下方クラウン冷却空洞への前記入口穴は開かれており、前記第 2 の冷媒は空気である、請求項 7 に記載のピストン。

**【請求項 9】**

前記外側冷却空洞は封止されており、前記第 1 の冷媒は固体、液体、気体、空気、および部分真空からなり、前記下方クラウン冷却空洞への前記入口穴は開かれており、前記第 2 の冷媒は空気であり、前記空気は前記冷却空洞の体積の 100 % を占める、請求項 7 に記載のピストン。

40

**【請求項 10】**

前記燃焼面、前記第 1 の下方クラウン面、および前記下方クラウン冷却空洞の下に位置する第 2 の下方クラウン面のうちの少なくとも 1 つに塗布される熱障壁コーティングをさらに含み、前記熱障壁コーティングは、前記本体の前記金属材料の熱伝導率よりも低い熱伝導率を有する、請求項 1 に記載のピストン。

**【請求項 11】**

前記熱障壁コーティングは、断熱材料で形成される、請求項 1 に記載のピストン。

**【請求項 12】**

前記本体は、鋼鉄で形成され、中心軸の周りに周方向に、かつ、上端から下端まで長手

50

方向に延在し、

前記クラウンは、前記燃焼面を有する上壁と、内部側壁とを含み、

前記上壁、前記下壁、前記外部側壁、および前記内部側壁は、ともに前記外側冷却空洞を規定し、

前記外側冷却空洞は、前記中心軸から径方向に離間されており、

前記外部側壁および前記内部側壁は、ともに結合されるリブによって形成され、

前記外部側壁、前記内部側壁、および前記下壁のうちの少なくとも１つは、冷媒が前記外側冷却空洞に入ることを可能にするための開口部を含み、前記開口部は封止されており、

前記下壁は、前記下方クラウン冷却空洞の下に第２の下方クラウン面を有し、

前記燃焼面は、前記中心軸に頂点を有し、ボウル形状が前記頂点を取り囲み、ボウルリムが前記ボウル形状を取り囲み、

前記外部側壁は、前記中心軸から離れて面し、前記中心軸の周りに周方向に延在する複数のリング溝を含み、前記リング溝はランドによって互いに離間されており、前記ランドは前記本体の前記外径を提示し、

前記本体は、前記クラウンから各々垂下する１対のピンボスを含み、前記ピンボスの各々は前記中心軸に垂直に延在するピンボアを有し、

前記本体は、前記クラウンから垂下し、前記ピンボスによって互いに離間される１対のスカートセクションを含み、

前記第１の冷媒は、前記外側冷却空洞の体積の１００％を占め、前記第１の冷媒は空気からなり、

前記上壁、前記下壁、および前記内部側壁は、ともに前記下方クラウン冷却空洞を規定し、

前記下方クラウン冷却空洞は、前記中心軸に配置され、前記外側冷却空洞に向かって径方向外側に延在し、

前記第２の冷媒は、前記下方クラウン冷却空洞の堆積の１００％を占め、前記第２の冷媒は空気からなり、

前記下方クラウン冷却空洞への前記入口穴は、前記スカートセクションに沿った前記本体の最大外径の２％～４％である直径を有し、前記入口穴はテーパ状であり、

前記燃焼面、前記第１の下方クラウン面、および前記第２の下方クラウン面のうちの少なくとも１つに塗布される熱障壁コーティングをさらに含み、

前記熱障壁コーティングは、断熱材料で形成されており、前記断熱材料は部分安定化ジルコニアを含む、請求項１に記載のピストン。

#### 【請求項１３】

内燃機関のためのピストンを製造するための方法であって、

金属材料で形成された本体を提供するステップを備え、前記本体は燃焼面を有するクラウンを含み、前記クラウンは前記燃焼面から垂下する外部側壁を含み、前記外部側壁は前記本体の外径を提示し、前記クラウンは封止されている外側冷却空洞と、下方クラウン冷却空洞とを含み、前記外側冷却空洞は前記燃焼面の下で前記外部側壁に沿って周方向に延在し、前記下方クラウン冷却空洞は第１の下方クラウン面の下に前記外側冷却空洞によって取り囲まれ、前記クラウンは前記下方クラウン冷却空洞に沿って延在する下壁を含み、前記下壁は前記下方クラウン冷却空洞への入口穴を含み、前記方法はさらに、

前記外側冷却空洞の第１の冷媒および前記下方クラウン冷却空洞の第２の冷媒を提供するステップを備える、方法。

#### 【請求項１４】

前記第１の冷媒は空気からなり、前記外側冷却空洞の前記第１の冷媒を提供するステップは、前記外側冷却空洞を前記空気で満たすことを含み、前記外側冷却空洞を封止することをさらに含む、請求項１３に記載の方法。

#### 【請求項１５】

前記外側冷却空洞の前記第１の冷媒を提供するステップは、前記外側冷却空洞をアルゴ

10

20

30

40

50

ン、ヘリウム、キセノン、および二酸化炭素のうちの少なくとも１つで満たすことを含む、請求項１３に記載の方法。

【請求項１６】

前記第１の冷媒は液体と気体との多相混合物を含み、前記外側冷却空洞の前記第１の冷媒を提供するステップは前記外側冷却空洞に液体を配置することを含み、前記外側冷却空洞を封止することをさらに含む、請求項１３に記載の方法。

【請求項１７】

前記第２の冷媒は空気からなり、前記下方クラウン冷却空洞の前記第２の冷媒を提供するステップは前記下方クラウン冷却空洞を前記空気で満たすことを含む、請求項１３に記載の方法。

10

【請求項１８】

前記下方クラウン冷却空洞への前記入口穴は開いており、前記入口穴は前記本体の前記外径の２％～４％である直径を有する、請求項１３に記載の方法。

【請求項１９】

熱障壁コーティングを前記燃焼面、前記第１の下方クラウン面、および前記下方クラウン冷却空洞の下に位置する第２の下方クラウン面のうちの少なくとも１つに塗布することを含み、前記熱障壁コーティングは前記本体の前記金属材料の熱伝導率よりも低い熱伝導率を有する、請求項１３に記載の方法。

【請求項２０】

前記下方クラウン冷却空洞への前記入口穴を封止することを含む、請求項１３に記載の方法。

20

【請求項２１】

前記封止ステップは、以下のステップ、前記入口穴に栓を配置するステップ、前記入口穴に接着剤を配置するステップ、前記入口穴へ溶接するステップ、および前記入口穴を蠟付けするステップ、のうち少なくとも１つを含む、請求項２０に記載の方法。

【請求項２２】

前記本体を提供するステップは、中心軸の周りに周方向に延在する上側リブを、前記中心軸の周りに周方向に延在する下側リブに接合することによって、前記外側冷却空洞と前記内側冷却空洞とを形成することを含む、請求項１３に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【０００１】

関連出願の相互参照

この米国特許出願は、２０１５年１１月１８日に提出された米国仮特許出願第６２／２５６，９８６号、および２０１６年１月２０日に提出された米国仮特許出願第６２／２８０，９７１号、および２０１６年１１月１５日に提出された米国特許出願第１５／３５２，４１８号の利益を主張し、参照によりその内容全体がここに組み込まれる。

【０００２】

本発明の背景

１．本発明の分野

40

この発明は、概して、内燃機関のためのピストン、およびピストンを製造するための方法に関する。

【背景技術】

【０００３】

２．関連技術

重機ディーゼルピストンなどの内燃機関において用いられるピストンは、特にピストンのクラウンに沿って、動作の間、著しく高い温度に曝される。したがって、適温にするために、いくつかのピストンはクラウンの下に開いた冷却空洞を有して設計され、ピストンがエンジンのシリンダボアに沿って往復するときに、冷却オイルが冷却空洞の中へスプレーされる。オイルはクラウンの内面に沿って流れ、クラウンから離れるように熱を放散さ

50

せる。しかしながら、動作中にピストン温度を制御するために、高流量のオイルが一定に維持されなければならない。加えて、オイルは、内燃機関が高温であるために時間と共に減少し、オイルは、エンジン寿命を維持するために定期的に交換されなければならない。さらに、冷却空洞の温度が350を超えたとき、オイルは、より高い割合で燃焼する傾向にあり（オイルコーキングとよばれる）、空洞の表面に付着する。

#### 【0004】

別のオプションは、ピストン温度を制御するために、冷却オイルまたは別の冷却剤を含む封止された冷却空洞を有するピストンを設計することである。米国特許第9,127,619号は、高い熱伝導率を有する金属粒子を含む液体で部分的に満たされる封止された冷却空洞を含むピストンの例を開示している。ピストンが内燃機関の中で往復するとき、液体は冷却空洞中に金属粒子を運び、金属粒子はクラウンから熱を除去する。金属粒子は熱流を再拡散し得るため、炭素堆積物、コーキングおよびクラウンに沿ったオイルの劣化を低減する。

10

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0005】

燃焼室で高温を維持し、より高いエンジンブレーキの熱効率を実現するために、燃焼室からピストンクラウンへの熱損失を低減することも望ましい。このため、熱障壁コーティングが追加の断熱のためにピストンクラウンに塗布され得る。しかしながら、エンジン製造者らは、燃焼室の熱をよりよく維持し、ピストンの動作温度を低減し、さらにエンジンブレーキの熱効率の向上するための新たな改良された方法を開発するために、絶えず努力している。

20

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0006】

##### 本発明の概要

本発明の1つの局面は、改良されたブレーキ熱効率（brake thermal efficiency；BTE）を有するエンジンを提供する内燃機関のためのピストンを備える。ピストンは、金属材料で形成された本体を含む。本体は、燃焼面を有するクラウンを含む。クラウンは、燃焼面から垂下する外部側壁を含み、外部側壁は本体の外径を提示する。クラウンはまた、外側冷却空洞と、下方クラウン冷却空洞とを含む。外側冷却空洞は、燃焼面の下で外部側壁に沿って周方向に延在し、外側冷却空洞は第1の冷媒を封止し含む。下方クラウン冷却空洞は、第1の下方クラウン面の下で外側冷却空洞によって取り囲まれており、下方クラウン冷却空洞は第2の冷媒を含む。クラウンは、下方クラウン冷却空洞に沿って延在する下壁を含み、下壁は下方クラウン冷却空洞への入口穴を含む。

30

#### 【0007】

本発明の別の局面は、内燃機関のためのピストンを製造する方法を提供する。当該方法は、金属材料で形成された本体を提供することを含み、本体は燃焼面を有するクラウンを含み、クラウンは燃焼面から垂下する外部側壁を含み、外部側壁は本体の外径を提示し、クラウンは封止されている外側冷却空洞と、下方クラウン冷却空洞とを含み、外側冷却空洞は燃焼面の下で外部側壁に沿って周方向に延在し、下方クラウン冷却空洞は第1の下方クラウン面の下で外側冷却空洞によって取り囲まれており、クラウンは下方クラウン冷却空洞に沿って延在する下壁を含み、下壁は下方クラウン冷却空洞への入口穴を含む。当該方法は、外側冷却空洞の第1の冷媒と下方クラウン冷却空洞の第2の冷媒とを提供することをさらに含む。

40

#### 【0008】

添付の図面と結び付けて考慮されたとき、以下の詳細な説明を参照することによってよりよく理解されるのと同様に、本発明の他の利点が容易に理解されるであろう。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0009】

【図1】ピストンの周りに周方向に延在し第1の冷媒を含む封止された外側冷却空洞を有

50

する 1 つの例示の実施形態に従うピストンの側面断面図である。

【図 2】封止された外側冷却空洞に加えて、第 2 の冷媒で満たされる封止された下方クラウン冷却空洞を含む、別の例示の実施形態に従うピストンの側面断面図である。

【図 3】封止された外側冷却空洞と下方クラウン冷却空洞を含む、さらに別の例示の実施形態に従うピストンの側面断面図であって、下方クラウン冷却空洞は開いた入口穴を含み、第 2 の冷媒を含む。

【発明を実施するための形態】

【0010】

例示の実施形態の説明

例示の実施形態に従う内燃機関のためのピストン 20 が、図 1 ~ 図 3 に概して示される。ピストン 20 を通した燃焼室からの熱損失を低減し、したがってピストン 20 が内燃機関に用いられるときにブレーキ熱効率 (BTE) を向上させるために、ピストン 20 は、第 1 の冷媒 28 を含む封止された外側冷却空洞 26 および / または第 2 の冷媒 28 ' を含む下方クラウン冷却空洞 26 ' を含む。ブレーキ熱効率は、当業者にとって、エンジンの熱出力で割ったエンジンのブレーキ出力として知られている。ブレーキ熱効率は、典型的には、エンジンがいかによく燃料からの熱を機械的エネルギーへ変換するかを決定するのに用いられる。

【0011】

図に示されるように、ピストン 20 は、鋼鉄などの金属材料で形成され、中心軸 A の周りに周方向に、かつ上端 30 から下端 32 まで中心軸 A に沿って長手方向に延在する本体 22 を備える。本体 22 は、内燃機関の中で使用中に燃焼室に曝される燃焼面 34 を有するクラウン 24 を含む。クラウン 24 は、燃焼面 34 の反対側に面する第 1 の下方クラウン面 36 も有する。

【0012】

クラウン 24 は、クラウン 24 の少なくとも一部に沿って延在する外側冷却空洞 26 を含む。クラウン 24 は、外側冷却空洞 26 をともに規定する、上壁 38 と、下壁 40 と、外部側壁 42 と、内部側壁 44 とを含む。この外側冷却空洞 26 は、第 1 の下方クラウン面 36 の外側の部分に沿って配置され、中心軸 A の周りに周方向に延在する。外側冷却空洞 26 は、クラウン 24 の上壁 38 の一部のみに沿って配置され、中心軸 A から径方向に離間される。外部側壁 42 および内部側壁 44 は、ともに接合されるリブによって形成されて外側冷却空洞 26 を規定する。この実施形態では、外側リブは、溶接部 50 によって接続されて外部側壁 42 を形成し、内側リブは、溶接部 50 によって接続されて内部側壁 44 を形成する。別の方法では、リブは、結合溶接または機械的取付など別の結合方法を用いて互いに取り付けられてもよい。壁 38, 40, 42, 44 のうちの少なくとも 1 つ、典型的には下壁 40 は、第 1 の冷媒 28 が外側冷却空洞 26 に入ることを可能にするための開口部 52 を含む。外側冷却空洞 26 への開口部 52 は、その後、たとえば図に示されるように栓によって封止される。別の方法では、開口部 52 は、開口部 52 に接着剤を配置すること、開口部 52 に材料を溶接すること、または開口部 52 を蝋付けすることによって封止されてもよい。別の方法では、ピストン 20 は、封止された外側冷却空洞 26 を含む単一片として鋳造されてもよい。

【0013】

別の例示の実施形態によれば、図 2 および図 3 に示されるように、ピストン 20 は、ピストン 20 の中心軸 A に第 1 の下方クラウン面 36 に沿った下方クラウン冷却空洞 26 ' を含む。この下方クラウン冷却空洞 26 ' は、クラウン 24 の上壁 38 の一部に沿って配置されるのみであり、周方向の外側冷却空洞 26 によって取り囲まれる。上壁 38、下壁 40 および内部側壁 44 は、ともに、下方クラウン冷却空洞 26 ' を規定する。この実施形態では、下壁 40 は、燃焼面 34 の反対側に面する第 2 の下方クラウン面 36 ' を含む。下方クラウン冷却空洞 26 ' は、好ましくは、周方向の外側冷却空洞 26 との組合せで用いられるが、周方向の外側冷却空洞 26 と独立して用いられてもよい。下方クラウン冷却空洞 26 ' はまた、第 2 の冷媒 28 ' で少なくとも部分的に満たされてピストン 20 を

通した熱の流れをさらに低減し、および／または、オイルの劣化を低減する。下方クラウン冷却空洞 26' において用いられる第 2 の冷媒 28' は、外側冷却空洞 26 において用いられる第 1 の冷媒 28 と同一であってもよく、または異なってもよい。

#### 【0014】

図 2 の実施形態では、下方クラウン冷却空洞 26' は、第 2 の冷媒 28' を含むために、および他の物質が冷却空洞 26' に出入りできないように、封止される。別の実施形態によれば、図 3 に示されるように、下方クラウン冷却空洞 26' は封止されない。空気が下方クラウン冷却空洞 26' に入ることを可能にするために、小さな開いた入口穴 46 がピストン 20 の中心軸 A に沿って下壁 40 に位置する。入口穴 46 はまた、しびきまたは霧の形態のクランク室からの少量のオイルが下方クラウン冷却空洞 26' に入ることを可能にし得る。しかしながら、図 2 の実施形態では、下方クラウン冷却空洞 26' への入口穴 46 は、栓 52 で封止される。入口穴 46 の直径は、ピストン 20 の外径の 1% ~ 25% である。典型的には、入口穴 46 の直径は、ピストン 20 の外径の 4% 未満、または、ピストン 20 の外径の 2% ~ 4% である。たとえば、入口穴 46 の直径は、約 5 mm 以下であってもよい。任意で、入口穴 46 は、入口穴 46 の直径が下方クラウン冷却空洞 26' の内側から外側へ、燃焼面 34 から離れるにつれて増加するように、テーパ状であってもよい。テーパ状の穴 46 は、下方クラウン冷却空洞 26' の中へ入るオイルの進入を容易にし得、および／または、下方クラウン冷却空洞 26' の内部の第 2 の冷媒 28' を保持し得る。入口穴 46 の直径が下方クラウン冷却空洞 26' の内側から外側へ、燃焼面 34 から離れるにつれて減少する、逆テーパ状の穴 46 も、下方クラウン冷却空洞 26' の側部から穴を開ける製造工程を容易にするために用いられ得る。

10

20

#### 【0015】

例示の実施形態のピストン 20 では、本体 22 の燃焼面 34 は、中心軸 A に頂点を有し、ボウル形状が頂点を取り囲み、ボウルリムがボウル形状を取り囲む。外部側壁 42 はまた、中心軸 A から離れて面し、中心軸 A の周りに周方向に延在する複数のリング溝 56 を含む。リング溝 56 は、ランド 48 によって互いに離間され、ランド 48 は本体 22 の外径を提示する。例示の実施形態のピストン 20 は、少なくとも 1 つのピンボス 58、典型的にはクラウン 24 から各々垂下し中心軸 A の周りに周方向に延在する 1 対のピンボス 58 をさらに含む。少なくとも 1 つのピンボス 58 は、リストピン（図示せず）を収容するための中心軸 A に垂直に延在するピンボア 60 を有する。本体 22 は、クラウン 24 から垂下し中心軸 A の周りに周方向に延在する、少なくとも 1 つのスカートセクション、典型的には 1 対のスカートセクションも含む。少なくとも 1 つのスカートセクション 62 は、少なくとも 1 つのピンボス 58 と結合される。典型的には、スカートセクション 62 は、ピンボス 58 によって中心軸 A の周りに周方向に互いに離間される。ピストン 20 の本体 22 は、冷媒 28 および／または冷媒 28' を含むための外側冷却空洞 26 および／または下方クラウン冷却空洞 26' を依然として含むが、図 1 および図 2 に開示された設計以外の様々な他の設計を備えてもよいことに注意されたい。

30

#### 【0016】

外側冷却空洞 26 に位置する第 1 の冷媒 28 および／または下方クラウン冷却空洞 26' に位置する第 2 の冷媒 28' は、気体、液体、固体、および／または、混合物の形態であってもよい。典型的には、冷媒 28 または冷媒 28' が気体の形態であるとき、気体は冷却空洞 26、26' の 100 体積パーセント (vol. %) を占める。たとえば、空気、ヘリウム、アルゴン、ヘリウム、キセノン、二酸化炭素、他の気体、または部分真空など、様々な異なるタイプの気体が冷媒 28 または冷媒 28' のために用いられてもよい。気体の冷媒 28 または冷媒 28' は、固体材料、多相の液体／気体混合物、および従来の冷却オイルなどの液体よりも低い熱伝導率を有する。たとえば、25 で、空気は約 0.024 W / (m · K) の熱伝導率を有し、ヘリウムは約 0.142 W / (m · K) の熱伝導率を有し、アルゴンは約 0.016 W / (m · K) の熱伝導率を有する。1 つの例示の実施形態によれば、下方クラウン冷却空洞 26' を満たす第 2 の冷媒 28' は、アルゴン、部分真空、または空気よりも熱流を低減することにおいてより効率的である他の気体で

40

50

ある。そして、アルゴン、空気、または別のタイプの第 1 の冷媒 28 のいずれかが外側冷却空洞 26 を満たす。

【0017】

別の例示の実施形態によれば、外側冷却空洞 26 を満たすもしくは部分的に満たす第 1 の冷媒 28、および / または、下方クラウン冷却空洞 26' を満たすもしくは部分的に満たす第 2 の冷媒 28' は、液体、固体、または固体と液体との混合物である。冷媒 28 または冷媒 28' として用いられ得る組成の例は、米国特許第 9 1 2 7 6 1 9 号、第 8 9 5 5 4 8 6 号、第 8 6 6 2 0 2 6 号、および米国仮特許出願第 6 2 / 2 6 2 , 7 0 4 号に開示されている。1つの例示の実施形態によれば、商品名エンビオクール (EnvioKool) (商標登録) を有する冷媒が、下方クラウン冷却空洞 26' を部分的に満たす第 2 の冷媒 28' として用いられる。この場合、空気または別のタイプの第 1 の冷媒 28 は、外側冷却空洞 26 を満たすまたは部分的に満たす。別の例示の実施形態によれば、第 1 の冷媒 28 は、空気からなり外側冷却空洞 26 の体積の 100% を占め、第 2 の冷媒 28' は、空気からなり下方クラウン冷却空洞 26' の体積の 100% を占める。

【0018】

さらに別の実施形態によれば、標準的なエンジンオイルが外側冷却空洞 26 を部分的に満たす第 1 の冷媒 28 および / または下方クラウン冷却空洞 26' を部分的に満たす第 2 の冷媒 28' である。冷却空洞 26 , 26' の 1 つのみがエンジンオイルを含む場合、空気または別のタイプの冷媒 28 , 28' が他の冷却空洞 26 , 26' を満たすまたは部分的に満たす。外側冷却空洞 26 および / または下方クラウン冷却空洞 26' を部分的に満たすためにエンジンオイルが用いられる場合、エンジンオイルは、高い表面温度領域で冷却空洞 26 , 26' の内面に沿ってコークス化されたオイル層を作り得る。このため、コークス化されたオイル層は、追加の断熱を作り得、ピストン 20 を通した熱損失をさらに低減する。

【0019】

冷媒 28 , 28' の低い熱伝導率は、燃焼室の熱を維持し、ピストン 20 を通した熱損失の量を低減する。言い換えれば、低い熱伝導率は、ピストン 20 を通した燃焼室からの熱損失を低減し、燃焼室の温度を上昇させる。このため、冷媒 28 , 28' は、断熱媒体またはピストン熱管理と呼ばれ得る。燃焼室における追加のエネルギーは、この廃熱回収 (waste heat recovery ; W H R ) システムで回収され得る。加えて、オイルコーキングは冷却空洞 26 の表面に沿って堆積し、第 2 の下方クラウン面 36' は最小化または省略され得る。ピストン 20 と接触する冷却オイルおよび潤滑油の変質が低減され得る。冷媒 28 , 28' は、また、ピストン 20 の下部の温度を最低化し得る。

【0020】

追加の断熱を提供するために、図 1、図 2 および図 3 に示されるように、熱障壁コーティング 54 がクラウン 24 の上壁 38 の燃焼面 34 に塗布され得る。熱障壁コーティング 54 は、下方クラウン冷却室 26' を含まない図 1 のピストンの第 1 の下方クラウン面 36 に塗布され得る。代替的には、熱障壁コーティング 54 は、下方クラウン冷却空洞 26' を含む図 2 および図 3 のピストン 20 の第 2 の下方クラウン面 36' に塗布され得る。たとえば、図 2 および図 3 のピストン 20 は、第 1 の下方クラウン面 36 および第 2 の下方クラウン面 36' の両方、またはそれらの面のただ 1 つの上に、熱障壁コーティング 54 を含み得る。熱障壁コーティング 54 は、ピストン本体 22 を形成するために用いられる金属の熱伝導率よりも低い熱伝導率を有する。熱障壁コーティング 54 は、たとえば、イットリア安定化ジルコニア、セリア安定化ジルコニア、または別のタイプの部分安定化ジルコニアなどの、セラミック系材料などの断熱材料で形成される。熱障壁コーティング 54 は、ピストン 20 を通した熱損失をさらに低減し、燃焼室温度を上昇させる。

【0021】

本発明の別の局面は、外側冷却空洞 26 の第 1 の冷媒 28 および / または下方クラウン冷却空洞 26' の第 2 の冷媒 28' を含むピストン 20 を製造する方法を提供する。当該方法は、概して、鋼鉄材料で形成された本体 22 を提供するステップと、外側冷却空洞 2



6 および / または下方クラウン冷却空洞 2 6 ' の少なくとも一部を冷媒 2 8 , 2 8 ' で少なくとも部分的に満たすこととを含む。当該方法は、典型的には、外側冷却空洞 2 6 および / または下方クラウン冷却空洞 2 6 ' を封止することを含む。

【 0 0 2 2 】

図 1 ~ 図 3 で示される例示のピストン 2 0 を形成するとき、本体 2 2 を提供するステップは、上側リブを下側リブに結合して、その間に外側冷却空洞 2 6 を規定する内部側壁 4 4 および外部側壁 4 2 を形成することを含む。結合ステップは、溶接、結合溶接、機械的取付、またはリブを結合するための別の技術を用いることを含み得る。

【 0 0 2 3 】

外側冷却空洞 2 6 を第 1 の冷媒 2 8 で満たすステップは、典型的には、クラウン 2 4 の壁 3 8 , 4 0 , 4 2 , 4 4 の 1 つ、典型的には下壁 4 0 に開口部 5 2 を形成することと、次いで開口部 5 2 を通して第 1 の冷媒 2 8 を送り込むこととを含む。この実施形態では、開口部 5 2 は結合ステップの前または後で形成されてもよく、冷却空洞 2 6 を満たすステップは結合ステップの後に起こる。最終的に、この方法は、栓で冷却空洞 2 6 への開口部 5 2 を封止することと、たとえば溶接、蝋付け、ねじ、または接着剤によって栓を固定することとを含む。参照によりここに組み込まれる米国仮特許出願第 6 2 / 1 1 0 , 1 9 1 は、冷却空洞 2 6 を封止するために用いられる例示の方法を開示している。代替的には、外側冷却空洞 2 6 は、オイル冷却噴射と位置合わせされない場合は、封止されないままであり得る開口部 5 2 を含んでもよい。開口部 5 2 に関して議論された同様のステップが、下方クラウン冷却空洞 2 6 ' への入口穴 4 6 を満たし、封止するために行なわれてもよい。代替的には、下方クラウン冷却空洞 2 6 ' は、小さい穴 4 6 を含んでもよく、封止されないままであってもよい。

【 0 0 2 4 】

別の実施形態によれば、ピストン 2 0 は、封止された冷却空洞 2 6 を含む単一片として鑄造されてもよく、この場合、空気が封止された外側冷却空洞 2 6 を満たす第 1 の冷媒 2 8 である。他の実施形態では、部分真空、アルゴン、ヘリウム、キセノン、二酸化炭素、または、低い熱伝導率を有する別のガス、たとえば空気よりも熱流を低減させるのに効率的な気体が、冷却空洞 2 6 を封止する前に外側冷却空洞 2 6 および / または下方クラウン冷却空洞 2 6 ' に配置される。ピストン 2 0 を製造するために用いられるプロセスは、従前の方法と比較してはるかに単純であり、より低いコストをもたらす。

【 0 0 2 5 】

明らかに、本発明の多くの改良および変形が上記の教示に照らせば可能であり、以下の請求項の範囲内で特定の説明された以外の方法で実施され得る。

10

20

30

【図 1】

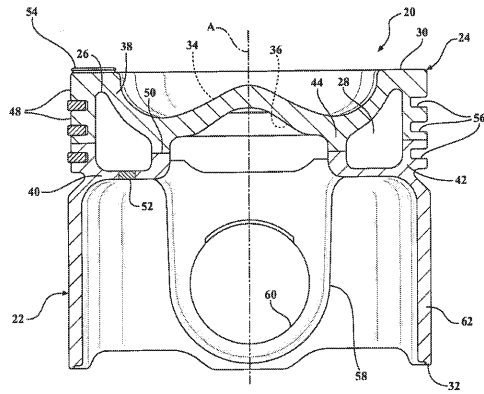


FIG. 1

【図 2】

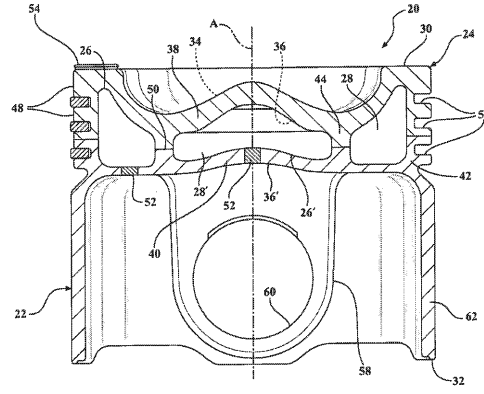


FIG. 2

【図 3】

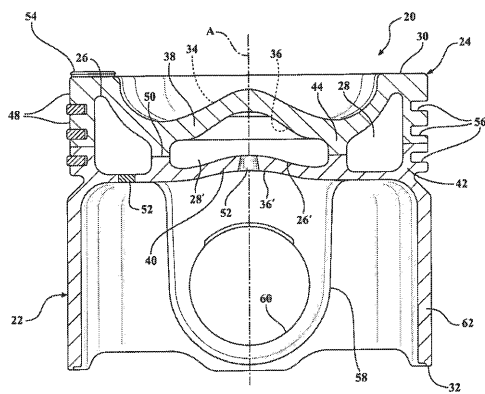


FIG. 3

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2016/062129

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV. F02F3/18	F02F3/20	F02F3/22 F01P3/10
ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
F02F F01P		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
EP0-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 141 992 A2 (MAHLE GMBH [DE]) 22 May 1985 (1985-05-22)  the whole document	1-5, 7-15, 17-19,22
X	US 2013/206084 A1 (AZEVEDO MIGUEL [US] ET AL) 15 August 2013 (2013-08-15)  paragraphs [0013], [0014]	1-5, 7-11,13, 16-19,22
X	GB 1 091 513 A (MIRPLEES NAT LTD) 15 November 1967 (1967-11-15) page 2, line 26 - line 73	1,6,13, 19-22
X	US 2 126 306 A (RENEE BERNARD) 9 August 1938 (1938-08-09) figure 2	1,6
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
7 March 2017		14/03/2017
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Coniglio, Carlo

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2016/062129

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 385 175 A (ALFRED MEIER ET AL) 28 May 1968 (1968-05-28) column 2	1,6
X	----- US 1 878 566 A (WOOLSON LIONEL M) 20 September 1932 (1932-09-20) the whole document	1,6
X	----- FR 965 449 A (GIRODIN) 12 September 1950 (1950-09-12) page 2, lines 51,52; figure 2	1,6
A	----- US 2013/047948 A1 (HEUSCHMANN URS [DE]) 28 February 2013 (2013-02-28) paragraphs [0031] - [0033]	1
A	----- US 2013/055969 A1 (JACOBI DETLEF [DE]) 7 March 2013 (2013-03-07) paragraphs [0030], [0034]	12,14

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/US2016/062129

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0141992 A2	22-05-1985	EP 0141992 A2	22-05-1985
		JP S60111048 A	17-06-1985
US 2013206084 A1	15-08-2013	CN 104364507 A	18-02-2015
		EP 2812552 A1	17-12-2014
		JP 2015507133 A	05-03-2015
		KR 20140123547 A	22-10-2014
		US 2013206084 A1	15-08-2013
		WO 2013119898 A1	15-08-2013
GB 1091513 A	15-11-1967	CH 443786 A	15-09-1967
		GB 1091513 A	15-11-1967
US 2126306 A	09-08-1938	NONE	
US 3385175 A	28-05-1968	AT 278447 B	26-01-1970
		CH 447713 A	30-11-1967
		ES 340386 A1	01-06-1968
		GB 1114840 A	22-05-1968
		US 3385175 A	28-05-1968
US 1878566 A	20-09-1932	NONE	
FR 965449 A	12-09-1950	NONE	
US 2013047948 A1	28-02-2013	CN 103827472 A	28-05-2014
		DE 102011111319 A1	28-02-2013
		EP 2748452 A1	02-07-2014
		JP 2014525536 A	29-09-2014
		US 2013047948 A1	28-02-2013
		WO 2013029592 A1	07-03-2013
US 2013055969 A1	07-03-2013	BR 112012022256 A2	25-10-2016
		DE 102010009891 A1	08-09-2011
		EP 2542771 A2	09-01-2013
		JP 3182263 U	21-03-2013
		KR 20130041770 A	25-04-2013
		US 2013055969 A1	07-03-2013
		WO 2011107079 A2	09-09-2011

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA